

SZAKDOLGOZAT

Vági Zsolt

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Környezettudományi Intézet

öntözési szakmérnök szak

**ELTÉRŐ VÍZADAGÚ ÖNTÖZÉSEK HATÁSA A
KUKORICA TERMÉSEREDMÉNYÉRE**

Belső konzulens: Dr. Futó Zoltán
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Öntözésfejlesztési és
Meliorációs Tanszék

Készítette: Vági Zsolt

Szarvas

2024

Tartalom

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A kukorica éghajlatigénye.....	7
2.2. Napszakosság	7
2.3. Hőmérsékleti igény.....	8
2.4. A kukorica talajigénye.....	8
2.5. Klímaváltozás hatása a kukorica fejlődésére és termesztésére.....	14
3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	19
3.1. A kísérlet helyszínének bemutatása.....	19
3.2. Talajtulajdonságok	19
3.3. Meteorológiai adatok.....	21
3.4. Termesztés során alkalmazott agrotechnika, kukorica hibrid	25
3.5. Öntözés és a kísérlet kezelései	25
3.6. A kukoricán elvégzett vizsgálatok	28
3.6.1. Növénymagasság mérés	28
3.6.2. Relatív klorofill tartalom - SPAD mérés	28
3.6.3. Levélfelület mérés (LAI).....	28
3.6.4. Cső és szemtermés mérés	29
3.7. Statisztikai elemzések.....	30
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELELSÜK.....	31
4.1. Növénymagasság mérések eredményei.....	31
4.2. Relatív klorofill tartalom – SPAD mérés eredményei.....	32
4.3. Levélfelület index (LAI) mérés eredményei	33
4.4. Cső és szemtermés mérés eredményei	34
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
6. ÖSSZEFOGLALÁS	42
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	43
IRODALOMJEGYZÉK.....	44
TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	46
HALLGATÓI NYILATKOZAT	47
KONZULENSI NYILATKOZAT	47

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A kukorica a legelterjedtebb kultúrnövény a földön, ami a különféle ökoszisztémákhoz való kiváló alkalmazkodó képességét és nagy termőképességét bizonyítja. A fejlődő és élelmezésügyi problémákkal küszködő országokban a termés mintegy 80-90 %-át emberi táplálékként hasznosítják. Nafziger (2016) szerint a kukorica a világ egyik legfontosabb gabonanövénye, világszerte évente mintegy 1000 millió tonnát termeltek belőle, és egyes régiókban alapvető élelmiszerként szolgál. A kukorica a második legtöbbet termesztett növény világszerte, több milliárd dolláros éves árbevétellel (Wusirika *et al.* 2014). 94 fejlődő országban több mint 4,5 milliárd ember számára biztosítja az élelmiszerkalória legalább 30%-át (Ulfat *et al.* 2022). A termés nagy hozamú árucikk és számos fejlődő országban az élelmezésbiztonság egyik forrása (Hussain *et al.* 2019).

A humán táplálkozásban kiemelt szerepet játszik a csemegekukorica, a pattogatott kukorica és a kukoricakása. Az ipari felhasználásuk egyre szélesebb körűvé válik, és már több mint négyezer termék készülhet belőlük. A kukoricakeményítő alapanyaga lehet a szeszgyártásnak és az étkezési (izo)cukorgyártásnak, emellett környezetbarát csomagolóanyag is előállítható belőle. A kukoricaszem felhasználása az élelmiszeriparban felfutóban van, amit a kukoricapehely iránti növekvő kereslet is mutat. Kukoricaolajat használnak margarin előállításához, a kukoricaszirup sűrítőanyagként szolgál a tejmentes tejszínben és édesítőszerként is használják. A kukorica megtalálható csokiszeletekben, whiskykben, sörben, hamburgerekben, ipari vegyszerekben, etanolban, műanyagban, penicillinben és fényezett magazinok enyveiben. Ezek a kukoricából készült termékek világszerte az élelmiszeripar egyik legdinamikusabban fejlődő ágát alkotják. A finomított keményítő funkcionális keményítővé történő átalakítása növekszik, a kukoricaszirupok pedig versenyképes alternatívát jelentenek a cukornádból vagy cukorrépából kivont kristályosított cukorral szemben (Nagy 2022).

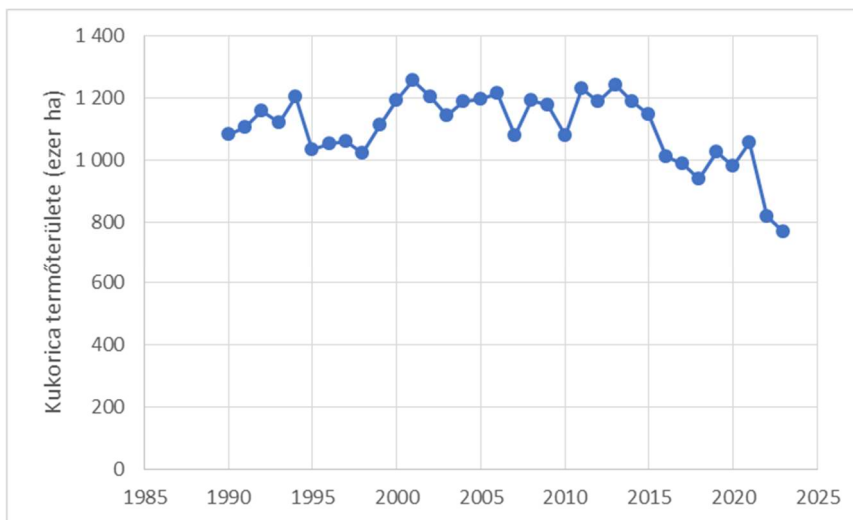
Magyarországon a kukoricát elsősorban az állatok takarmányozására használják, mivel energiaszolgáltató szerepe jelentős. Keményítőtartalma 65-70 % körüli, keményítőértéke 700-800 g/kg, energiaértéke 8,5-9,5 MJ/ kg szárazanyag. A kukoricaszár melléktermékként fűtésre, takarmányozásra vagy talajba dolgozva is hasznosítható, tápanyag visszapótlás céljából.

A hazai kukoricatermesztés évszázadokon keresztül nagyon lassan fejlődött, és a terméseredmény is alacsony volt, 1900–1950 között alig haladta meg hektáronként a 2 tonnát. Azonban 1982-re sikerült országos átlagban a kukorica termését 8,86 t/ha-ra növelni. Ennek hátterében a genetikai haladás, a hibridvetőmag általános használata, a műtrágya-felhasználás növekedése, a hatékonyabb szántóföldi vízgazdálkodás és a termesztéstechnológia magas színvonala, valamint a kiemelkedő szaktudás állt. Ezek az előrelépések lehetővé tették a kukoricatermesztés rekordszerű, háromszoros növekedését az elmúlt három évtized során. Jelentős probléma, hogy a kukorica országos termésátlaga erősen ingadozik, például 2003-ban 3,940 t/ha, 2008-ban ennek majdnem kétszerese, 7,470 t/ha, és 2019-ben 8,050 t/ha volt (Nagy 2022).

A kukorica vetésterületének alakulását mutatja 1990 és 2023 között a KSH adatai alapján az 1.számú ábra.

1. ábra. A kukorica vetésterülete Magyarországon 1990 és 2023 között

(Forrás: Saját szerkesztés KSH (1990-2023) adatok alapján,
https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html)



Jól látszik, hogy 2016 – ig folyamatosan meghaladta az 1 millió hektárt, 2022 – ben 817 ezer hektárra, míg 2023 – ban 768 ezer hektárra (előzetes adat) csökkent.

A vetésterület csökkenés betudható annak, hogy az utóbbi években a termesztés sikerességét a legkiválóbb agrotechnika alkalmazása mellett is egyre nagyobb hangsúllyal az időjárási körülmények alakítják. A szélsőségesen változó éghajlat (kiszámíthatatlan csapadékmennyiség, folyamatosan emelkedő hőmérséklet) negatív hatásainak a termesztett növényeink közül kukorica termésbiztonsága a leginkább kitett.

Kutatásom célja megvizsgálni, hogy az esőszerű öntözéssel kijuttatott eltérő vízádagok miként befolyásolják a kukorica termésmennyiségét, valamint a termés hozam mellett az alábbi egyéb növényélettani paramétereket is vizsgálom a teljes (100%), csökkentett vízádagú (50%) és az öntözetlen (0%) területen kijelölt növényeken:

- csőparaméterek: csőhossz, csövön lévő sorok száma, egy sorban található szemek száma, szem és csutka tömege
- növénymagasság
- relatív klorofill tartalom (SPAD értékek)
- levélfelület index (LAI)

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukorica éghajlatigénye

A kukorica származását tekintve tropikus növény, ennek megfelelően kezdetben a trópusi és szubtrópusi területeken terjedt el. A termesztés, majd a folyamatos szelekció következtében jelenlegi termesztési körzete nagyon kiterjedt. Érdekes, hogy a legnagyobb termést nem a származási helyének tekinthető trópusokon, hanem a mérsékelt égövi körülmények között adja, ahol intenzíven művelik (Menyhért 1979).

A kukorica a melegigényesebb szántóföldi növényeink közé tartozik. Régebben a Kárpátoktól északra már főleg csak silókukoricát termesztettek. A nagy formagazdagságnak, és a nemesítés eredményeképp a szemes kukorica termesztése is egyre északabbra tolódik (Pepó és Sárvári 2011).

Az újabb kutatási eredmények szerint a magyarországi éghajlati adottságok mellett a jellemző szántóföldi kultúráink viszonylatában a kukorica a hő- és vízigényes növények közé sorolható (Nagy 2022).

2.2. Napszakosság

A kukorica származását tekintve rövidnappalos növény, de a rövid- és a hosszúnappalos feltételekhez is jól adaptálódott az évszázadok alatt. Ez nem jelenti azt, hogy a rövidnappalos feltételekhez adaptálódott populációk a hosszúnappalos körülmények között - és fordítva - egyformán jól termeszthetők (Menyhért 1985)

A trópusi populációk hosszúnappalos körülmények közé kerülve nagyobb vegetatív tömeget, illetve több levelet fejlesztenek, a virágzásuk jelentősen késik, vagy el is marad, így termeszthetőségük kérdéses a magasabb földrajzi szélességeken. A mérsékelt övi populációk általában kevésbé érzékenyek a megvilágítottság hosszára, számos genotípus fotoperiódus - semlegesnek tekinthető, míg más részük a rövidülő nappalhosszúságra korábbi virágzással, kevesebb levélszámmal és kisebb vegetatív tömeggel reagál. Magyarországon a kukorica fotoperiódusra érzékeny időszaka május-június hónapra esik, amikor a nappalok hosszúsága eléri a 15–16 órát, tehát a hosszúnappalos feltételek érvényesülnek (Nagy 2022).

2.3. Hőmérsékleti igény

Kukoricát ott lehet eredményesen, nagy terméshozam reményében termesztetni, ahol a nyári átlaghőmérséklet 21-26 °C között van, az átlagos éjszakai hőmérséklet meghaladja a 9 °C – ot valamint a fagymentes napok száma több, mint 140 nap. A kukorica egyes fejlődési fázisaiban eltérő hőmérsékleti értékeket igényel (Menyhért 1979)

A kukoricánál fontos a csírázáskori hidegtűrés, amely értékek a a Cold- teszt alkalmazásával állapíthatók meg. Ennek során a csíráztatás csíráztató papírban, nem sterilizált kukoricaföldben 7 napig 10 °C-on, majd ezt követően 4 napig 25 °C-on történik. A jó minőségű vetőmag Cold-teszt értéke 80% feletti (Jolánkai 2005).

A kukorica kelését követő fagypont alatti hőmérséklet, amennyiben nem alacsonyabb -1, -2 °C-nál a kukorica leveleit leperzseli, de a növény ekkor még kihajt, mivel ilyenkor még a tenyészőkúp a talajszint alatt van. Azonban, ha a fagy ennél erősebb (- 3, -6 °C) és a talaj is átfagy, akkor a tenyészőkúp is megfagyhat és újra kell vetni (Menyhért 1985).

Éghajlatunk hőmérsékleti viszonyai főként a kelés és a címerhányás közötti időszak hosszát befolyásolják, ami a kukorica érési idejét is behatárolja. A hibridek hőösszeg igénye tenyészidőben összesen 1100-1400 °C. Magyarország éghajlata még az ország délebbi felében is csak az 500-600 FAO számig terjedően teszi lehetővé a biztonságos termesztést. Az idő előre haladtával a talajhőmérséklet szerepe a növény fejlődésében egyre kisebb jelentőséggel bír. A hajtás növekedésének optimális hőmérséklete 25-35 °C között van, címerhányástól a teljes érésig a legkedvezőbb átlaghőmérséklet a 24-26 °C. A levélnövekedés sebessége éjszaka a hőmérséklettel, nappal pedig a csapadék mennyiségével van szoros korrelációban (Pepó és Sárvári 2011)

2.4.A kukorica talajigénye

A kukoricát a legkülönbözőbb talajokon lehet termesztetni, de kiemelkedően jó termésre csak a jó vízgazdálkodású, mély termőrétegű, levegős, könnyen felmelegedő csernozjom, réti csernozjom, barna erdőtalajon, illetve csernozjom erdőtalajon képes. A kukorica a kémhatás iránt (5,8-8,0 pH) nem különösebben érzékeny, de a legmegfelelőbb számára a 6,6-7,5 pH-jú talaj (Menyhért 1985).

Jolánkai (2005) szerint a gabonafélék közül a kukorica a legigényesebb a talaj minőségére és kultúrállapotára, az ökológiai érzékenysége nagyobb, mint a búzáé. A kukoricának nagy a víz-

és tápanyagigénye, ezáltal a nagy és biztonságosabb termése elsősorban a mélyrétegű, humuszban gazdag, középkött vályogtalajon elégíthető ki. A tömörödött, rossz víz és hőgazdálkodású talajokon is megél, de a termése kiszámíthatatlan.

A vízgazdálkodási tulajdonságok alapján a homok- és agyagtalajok kukoricatermesztésre lényegében alkalmatlanok, vagy csak csekély arányban folytatható rajtuk a termesztés. Homoktalajon a gravitáció okoz vízvesztést, mert az agyagfrakció arányának alacsony értéke a vízvisszatartó-képességet csökkenti, az agyagtalajokban az agyagtartalom magas értéke (>50%) igen nagy mennyiségű vizet képes megkötni olyan nagy energiával, amely miatt az a növény számára felvehetetlen (Nagy 2022).

A kukorica talajjal szembeni igényessége mellett igen jelentősen reagál a talajok kultúrállapotára, a talaj tápanyag ellátottságára és a talaj termékenységre. Az elérhető termést befolyásolja a talaj szerkezete, víz-, levegő- és hőgazdálkodása, valamint a vízmegtartó képessége. A kukorica a hideg talajokat nem szereti, mert az elhúzódó csírázás és kelés következtében sok lesz a tőhiány. A hidegebb réti talajokon szükséges megvárni azok kellő felmelegedését. A gyökerek fejlődéséhez szükséges hőmérséklet alacsonyabb, mint a föld feletti vegetatív részeké. A gyökér már 5 °C-nál fejlődik, míg a föld feletti részeknél a növekedés, fejlődés (az asszimiláció) csak 10 °C felett történik. A kukorica minden fejlődési fázisában, fejlődési állapotában nagyon érzékeny a gyökerek légellátására (oxigénellátására). A kukorica a vizet és a tápanyagot a talajból veszi fel. A talaj tömörödöttsége, talajművelés során a záró réteg kialakulása nagyon kedvezőtlen. A fiatal növény gyökerei nem tudnak a tömörödött rétegen áthatolni, a felső rétegben terülnek szét, ami a későbbi fejlődést is befolyásolja, így végeredményben a termés alakulását is (Pepó és Sárvári 2011).

Pepó és Sárvári (2011) szerint a kukoricatermés biztonsága nagyban növelhető a kukorica igényét kielégítő mélységű, víztakarékos talajműveléssel. A tömődött, nem kellően mélyített, esetlegesen kialakuló záróréteg esetén nemcsak a gyökér nem tud megfelelő fejlődési ütemben lehatolni a talajba, hanem a talaj hasznos vízkészlete sem tud kapillárisan megemelkedni és a gyökérszónába kerülni.

2.4. A kukorica vízigénye, öntözése:

Jolánkai (2005) szerint a kukorica a szántóföldi növények között a közepes vízigényűek csoportjába sorolható. A tenyészidő folyamán 450-550 mm vizet igényel a termőhelytől és a

hibrid tenyészidejének hosszától függően. Vízigénye a tenyészidő alatt változik, legtöbb vizet a címerhányástól a szemtelítődésig vesz fel. Ebben az időszakban a napi vízigénye 4,5- 5,5 mm között van, az összegzett vízigény eléri a 200-250 mm-t. A fejlődésének kezdeti szakaszában (40-60 nap) és a szemtelítődés utáni időszakban kisebb a növények vízfogyasztása. A termesztés szempontjából előnyös tulajdonsága, hogy igen jó a vízfelvevő képessége, gyökereivel mély talajréteget (200-250 cm) sző át, így a talajban tárolt nedvességből is sokat képes felvenni. A kukorica abszolút vízfogyasztása mellett figyelembe kell venni a statikai, dinamikai vízigényét és a transpirációs együtthatóját is.

- A statikai vízigény azt fejezi ki, hogy a talaj pórustérfogatának hány %-át tölti ki víz és hány %-át levegő. (a kukorica statikai vízigénye: 67-79% között van)
- A dinamikai vízigény a növény tenyészidejének különböző szakaszaiban kifejezett vízigényét jelenti.
- A kukorica transpirációs együtthatója azt mutatja meg, hogy egységnyi (1 kg) szárazanyag előállításához mekkora a felhasznált víz mennyisége (kukorica esetében ~ 350 l/kg).

A vízellátásban, illetve a vízhiány fellépésében a klimatikus tényezőkön túl a talaj szerkezete, műveltségi állapota és a domborzat is szerepet játszhat. A kukorica gyökerei kedvező talajszerkezet esetén 150-240 cm mélyről is képesek felvenni a vizet, ezért nagyobb folyók mentén vagy magas talajvíz esetén ebből is fedezhetik szükségletüket (Menyhért, 1979).

Pepó (2014) szerint öntözéssel a kukorica vízhiányának fellépését tudjuk megakadályozni, azonban azt is szükséges figyelembe venni, hogy az első öntözést nem szabad túl korán megkezdeni, mert az öntözéssel kiadott vízpótlás miatt a kukorica gyökérfejlődését, gyökértömegének mélységbeli lehatolását akadályozzuk meg.

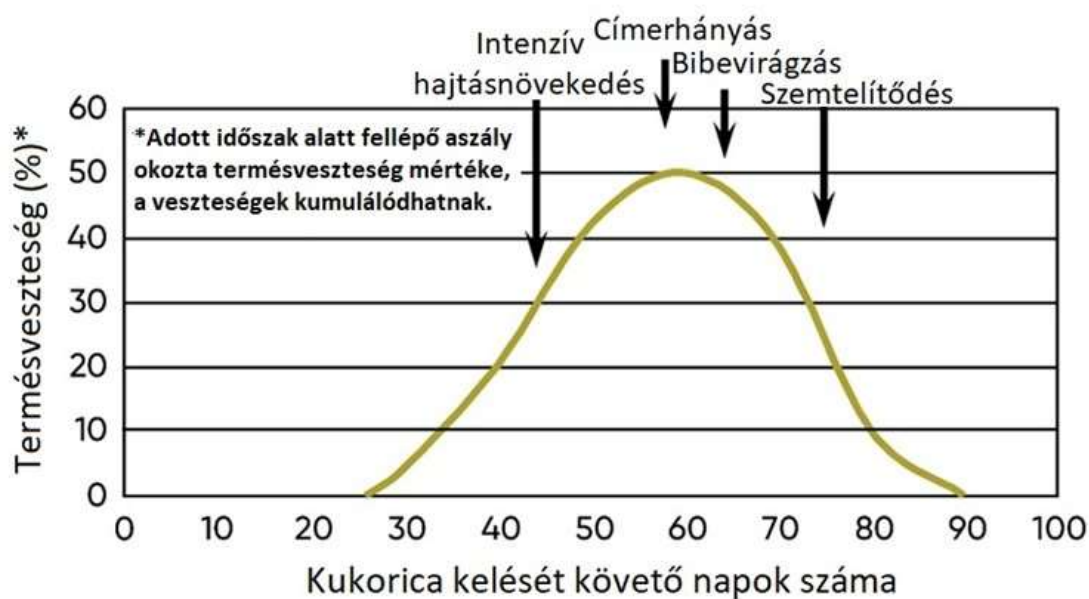
A területegységen lévő nagyobb növényszám növeli a vízfogyasztást, de hasonlóan, mint a termésmennyiség esetében, nem a növényszám növekedésének arányában. Tehát kétszer akkora töszám kisebb mértékben növeli a vízfogyasztást, mint a kétszerese. Ennek oka, hogy az egyes növények sűrű állományban kevésbé párologtatnak, mint ritka állományban (Györffy et al. 1965).

Miután a kukorica vízigényének csúcsidezőszaka július, augusztus hónapra esik és más növényeinkhez viszonyítva hosszú, ezért a kukorica aszályérzékenysége nagy. Az ország

legszárazabb területén, ahol a nyári félév csapadéka gyakran nem éri el a 250-300 mm-t, július-augusztus hónapban pedig 100 mm-nél kevesebb eső esik, a kukorica csak fél termésre képes, vagy szélsőséges esetben szemtermést nem is hoz (Pepó és Sárvári 2011).

2. ábra. Szárazságstressz okozta termés kiesés a kukorica különböző fejlettségi szakaszaiban.

(Forrás: <https://www.corteva.hu/agronomiai-kozpont/A-kukorica-vizgazdalkodasa.html>)



A címerhányás, a virágzás és a megtermékenyülés időszaka kritikus a növény egyedfejlődésében. A címerhányás időszaka alatt bekövetkezett aszály 53%-al, a szemtelítődés alatti aszály 30%-al csökkenti a termést (Menyhért, 1985).

A kukorica vízellátásában a kritikus időszakban lehullott csapadéknak döntő szerepe van. Különösen igaz a sekély termőrétegű, rossz vízháztartású talajokon. A kritikus időszak megnövekedett vízigényét a talajban tárolt nedvesség is kielégítheti. Ezért a vastag termőrétegű, jó vízháztartású talajokon a vízellátás jobb megítéléséhez figyelembe kell venni az előző gazdasági, vagy hidrológiai év és a téli félév csapadékmennyiségét, valamint az elővetemény vízigényét is. A jó vízháztartású talaj mértékadó rétege ugyanis 200-250 mm hasznos nedvesség tárolására képes, és amennyiben ez a vízmennyiség a kukorica számára adott évben rendelkezésre áll, azt jól tudja hasznosítani. Ez a magyarázata annak, hogy az ország fő kukoricatermő tájain rendszerint a csapadékos év utáni első évben születnek

rekordtermések. Ilyenkor ugyanis a víz mellett a hőmérséklet is kedvező a kukorica számára. Ebből adódóan megbízható összefüggés állapítható meg – a szóban lévő talajon – a talaj 200 cm-es rétegének tavaszi hasznos nedvességekészlete és a várható termés között. Magyarország jelentősebb kukoricatermő területein a termesztés eredménye és biztonsága elsősorban a vízellátástól, illetve annak hiányától függ (Jolánkai 2005).

Ha a talaj nedvességtartalma az optimum alsó határát nem éri el, úgy vízhiányról, illetve ha az optimális talajnedvesség-tartalom felső határa felett van, akkor víztöbbletről beszélünk. A kedvezőtlen vízhiány azt a nedvességtartalmat fejezi ki, amelynél a növényállomány vízfelvétele már megszűnik, ekkor a talaj nedvességtartalmának kötési energiája meghaladja a 15 atmoszférát, azt a szívóértéket, amelyet a gyökérzet képes kifejteni. A kedvezőtlen víztöbblet kialakulása idején a vízfelvétel megszűnését a talaj levegőhiánya okozza. A legkedvezőtlenebb feltételeket a letális vízhiány, illetve víztöbblet idézi elő, amikor a vízhiány vagy a kedvezőtlenül nagy vízkészlet okozza a növény pusztulását (Nagy 2022).

Az elérhető maximális termést nemcsak a tenyészidő alatt leest, hanem az ezt megelőző őszi és téli időszak csapadékmennyisége is befolyásolja. Viszont a túl sok csapadék is káros lehet a kukorica szempontjából, mivel a pórústér fogat vízzel való telítődése miatt a gyökerek oxigénellátása nem megfelelő (Pepó és Sárvári 2011).

A legaktívabb és legerőteljesebb módon a kukorica vízellátását öntözéssel tudjuk befolyásolni. A megkezdett öntözést követően fontos figyelembe venni az öntözési forduló tekintetében, hogy a kukorica vízellátása folyamatos legyen. Általában a kukorica öntözését augusztus első felében fejezhetjük be, ezt követően a szemtelítődési folyamatok már kisebb vízigénnyel jellemezhetők. Az öntözés egyik alapfeltétele az, hogy öntözéssel ne más agrotechnikai hibák, hiányosságok korrigálása legyen a célunk. Az öntözést akkor kell alkalmazni, ha a „száraz” művelésben, az optimális agrotechnikával eljutottunk a maximális termésszint közelébe (Pepó 2014).

Jolánkai (2005) szerint az öntözés költséges, ezért az árukukoricát kevésbé öntözik, viszont a kukorica vetőmagtermesztésnél a termésbiztonságot az öntözés alapozza meg, és gazdaságos.

Futó és Sárvári (2015) szerint a szárazság terméscsökkentő hatását legegyszerűbben öntözéssel tudjuk ellensúlyozni. Öntözési kutatások és szántóföldi kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy sújtó aszályos évjáratokban az öntözés terméstöbblete 8-9 t/ha volt az öntözetlen állomány 1-3 t/ha-os terméséhez képest. Átlagos vagy csapadékos

évjáratban az öntözés által nyújtott terméstopbbletek lényegesen kisebbek, de a legtöbb évjáratban árukukorica esetében is eléri a gazdaságos szintet. Amennyiben magasabb hozzáadott értékű kukorica (vetőmag, csemegekukorica) termesztése a cél, akkor az öntözés jövedelmezősége és hatékonysága még a jobb vízellátású években is igazolt.

Az öntözési rend:

- először június végén, címerezés előtt öntözzünk, ekkor lehet nagyobb víznormával, 50-60 mm
- majd 12-14 napos öntözési fordulóval 2-3 alkalommal 30-40 mm
- szemtelítődés időszakában ismét nagyobb, 50-60 mm-es mennyiséggel öntözhetünk.

Öntözésigény tekintetében – bár egy fajról van szó – el kell különíteni a csemegekukoricát és a vetőmagtermesztést az árukukoricától. A csemege és a vetőmagkukorica nagyon öntözésigényes kultúrák. Egyenletes, jó vízellátást igényelnek a tenyészidőszak alatt, a vízhiány jelentős terméskiesést okoz. A talaj nedvességekészletét rosszabbul tudják hasznosítani, mivel viszonylag kicsi és sekélyen elhelyezkedő gyökérzettel rendelkeznek. Termelési értékük sokkal magasabb, mint az árukukoricáé, ezért öntözésük nyereséges. Az árukukorica öntözése az eladási ártól függően nem minden esetben térül meg.

Elsősorban esőztető öntözési móddal történik az öntözés (Lineár, Pivot, Bauer Rain Star csévélhető öntözőberendezésekkel) (Pepó és Sárvári 2011).

3. ábra. Lineár öntözőberendezés.



4. ábra. Csévélődobos öntözőberendezés.



2.5. Klímaváltozás hatása a kukorica fejlődésére és termesztésére

Az ipari forradalom kezdete, vagyis 1750 óta az emberiség folyamatosan növeli a légkörbe kibocsátott szennyezőanyagok mennyiségét. Évente több ezer tonna káros anyag kerül a légkörbe, és bár egy részük képes leülepedni, átalakulni és megkötődni a környezetben, sok más anyag gyorsabban jut ki, mint ahogy a természet regenerálódni tudna. Ennek eredményeként a szennyezőanyagok koncentrációja folyamatosan emelkedik, ami erősíti az üvegházhatást, és ennek következtében a globális hőmérséklet is emelkedik. A szakemberek által prognosztizált 0,5-1, esetleg 2 °C körüli emelkedés, bár elsőre nem tűnik soknak, de számos széleskörű hatással jár: megváltozik a globális légkörzés, nő a légkör vízgőztartalma, olvadnak a jégsapkák és gleccserek, eltolódnak az évszakok, és az óceánok savasabbak lesznek. Ezek az anomáliák pedig visszahatnak az élővilágra, beleértve mind a növény- és állatvilágot, mind pedig a haszonnövények fejlődésére is (Somfalvi-Tóth 2018).

A kukoricatermesztés kihívásokkal néz szembe az éghajlatváltozás miatt, amely hatással lehet a növekedésre és a terméshozamra, ami az élelmiszerellátás bizonytalanságához vezethet. A jövőbeli kereslet kielégítése érdekében hagyományos és molekuláris nemesítési megközelítésekkel stressztűrő és nagy terméshozamú kukoricafajtákra van szükség. Emellett az új technológiákba való beruházás és a fenntartható politikai támogatás kulcsfontosságú (Ulfat et al. 2022).

Az éghajlatváltozás, különösen a megnövekedett hőmérséklet és a szárazság, negatívan befolyásolja a kukorica magvak csírázását, a növény növekedését és a terméshozamot (Baskin 2022, Zhang et al. 2018).

Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás csökkenteni fogja a kukoricatermelést, ami az élelmezésbiztonság fokozódásához vezet különböző régiókban, többek között Afrikában, Latin-Amerikában és Ázsia egyes részein (Baskin 2022).

Az éghajlatváltozás kiterjesztheti a kukoricában az aflatoxin szennyezés földrajzi elterjedtségét, az Egyesült Államok kukoricatermesztő megyéinek több mint 89,5%-ában várhatóan megnő az aflatoxin szennyezettség a jövőben (Yu et al. 2022). Az aflatoxinok, a kukoricához hasonló élelmiszernövényeket gyakran megfertőző gombák által termelt rákkeltő vegyi anyagok előfordulása várhatóan növekedni fog az éghajlatváltozás által elősegített forró, száraz nyarak miatt (Yu et al. 2022).

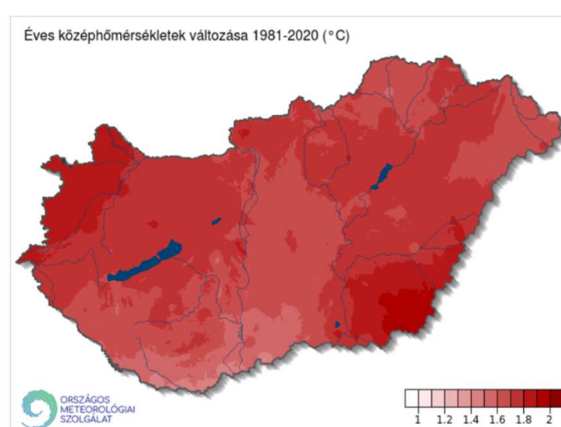
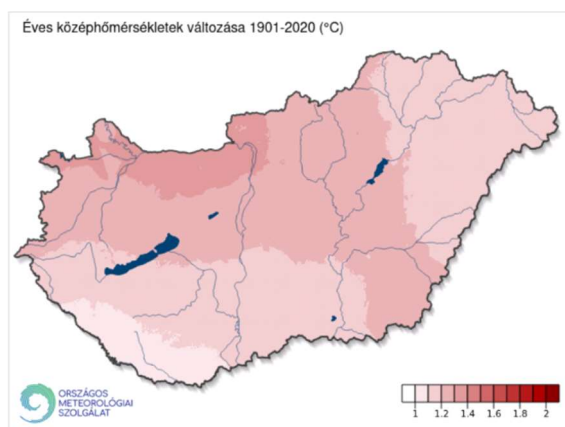
Magyarországon az utóbbi időben tapasztalt globális felmelegedés mértéke meghaladja a korábbi 120 év teljes időtartama alatt tapasztalt átlagot - állapította meg a HungaroMet elemzése. Ennek egyik fő oka a gyorsuló felmelegedés folyamata. Az 1. számú táblázat tartalmazza az országos középhőmérséklet 1991-2020 közötti átlagát, valamint a változást az 1901-2020 és 1981-2020 időszakokra. A középhőmérsékletek éves és szezonális átlagában bekövetkező emelkedése mindkét vizsgált időszakban jelentős.

1. táblázat. Az éves és évszakos középhőmérsékletek átlaga, valamint a változás becslése az 1901–2020 és az 1981–2020 időszakokra a 90%-os megbízhatósági intervallum alsó és felső határával (Forrás: HungaroMet).

	Átlag 1991-2020 [°C]	Változás 1901-2020 [°C]	Változás 1981-2020 [°C]
Év	10,8	1,2 (0,9 - 1,6)	1,7 (1,2 - 2,2)
Tavaszi	11,2	1,2 (0,6 - 1,7)	1,4 (0,6 - 2,2)
Nyár	20,8	1,3 (0,9 - 1,8)	2,1 (1,4 - 2,8)
Ősz	10,7	1,0 (0,4 - 1,6)	1,5 (0,7 - 2,2)
Tél	0,4	1,2 (0,2 - 2,1)	1,9 (0,4 - 3,4)

A melegedés az ország egész területén megfigyelhető, a Kisalföld és az Alföld délkeleti része (Viharsarok) a legerősebben érintett régiók. A Duna-Tisza köze és a Dráva menti területek jellemzően a legkevésbé érintettek az éves középhőmérséklet növekedésével.

5. ábra. Az éves középhőmérsékletek változásának térbeli eloszlása az 1901–2020 és 1981–2020 időszakokban (Forrás: HungaroMet).



A csapadékösszegek változása évszakonként és időszakonként is egyenetlenebb képet mutat, mint az évi középhőmérséklet. A HungaroMet táblázatában (2. táblázat) az országos csapadékösszeg 1991–2020-as időszakra vonatkozó sokévi átlagát, valamint a változás mértékét az 1901–2020 és az 1981–2020 időszakokra vonatkozó átlag, minimum és maximum értékeket láthatjuk.

2. táblázat. Az éves és évszakos országos csapadékösszeg átlaga, valamint változása az 1901–2020, és az 1981–2020 időszakban a 90%-os megbízhatósági intervallum alsó és felső határával. A szignifikáns változást kiemelés jelöli (Forrás: HungaroMet).

	Átlag 1991-2020 [mm]	Változás 1901-2020 [%]	Változás 1981-2020 [%]
Év	616,9	-4,0 (-11,5 - 4,1)	16,5 (0,3 - 35,3)
Tavaszi	139,4	-17,2 (-27,7 - -5,1)	1,7 (-22,8 - 34,0)
Nyár	203,3	7,2 (-7,6 - 24,5)	19,0 (-7,0 - 52,3)
Ősz	158,4	-10,6 (-26,4 - 8,6)	27,2 (-9,0 - 77,8)
Tél	115,8	5,7 (-11,6 - 26,5)	22,4 (-9,2 - 65,0)

Elemzésük szerint szignifikáns változásról 1901-től csak a tavaszi, valamint 1981-től az éves csapadékösszegeknél beszélhetünk. A táblázatból szembetűnő, hogy a negatív előjelű változás, tehát a csapadék csökkenése, a tavaszi és őszi évszakokban jellemző a 120 éves időszakra vonatkozóan. A csapadékösszeg változását 40 éves időintervallumban vizsgálva növekedés jellemző országos átlagot vizsgálva, amely a tavaszi évszakban a legkisebb.

Az éghajlatváltozás jelei nemcsak az átlagos hőmérsékleti és csapadékmennyiségekben mutatkoznak meg, hanem a szélsőértékek intenzitásában és gyakoriságában is. Ez kihívás elé állítja a növénytermesztőket, és hatással van a szántóföldi növények, köztük a kukorica termesztésére is.

Szieberth (2018) szerint a már eddig is kiegyensúlyozatlan és szélsőséges Kárpát-medencei klíma negatív tulajdonságai tovább súlyosbodnak, ami kedvezőtlen hatással van a hazai mezőgazdaságra. A szárazság további erősödése aggasztó jelenség. Bár a szárazság nem ugyanaz, mint a vízhiány, aggályos, hogy az abszolút vízhiány szerepe tovább nő. A rendelkezésre álló vízmennyiség főként attól függ, hogy mennyi csapadék hullott az előző időszakban, valamint a talajművelés és a vetésszerkezet minőségétől. A csapadékmennyiség csökkenése és a hőmérséklet emelkedése két irányból veszélyezteti a növények vízellátását: növekszik az elpárolgás, és csökken az altalaj nedvességtartalma. Még olyan területeken is,

ahol korábban kedvező volt a felszín alatti vízjárás, megfigyelhető lesz az altalaj kiszáradása. Ennek következtében a növények nehezebben jutnak hozzá a talajban tárolt tápanyagokhoz és csökken a túlélőképességük, még akkor is, ha mélyen eresztik gyökereiket, nem találják meg a szükséges nedvességet.

Szieberth (2018) az alábbiakban foglalta össze az egyre szélsőségesebb klímajelenségek hatását a kukorica növényre:

- Sugárzás intenzitásának növekedése: Az erős sugárzás korai öregedést okoz, amihez hozzájárul a hőstressz is. 2002-ben például "topfire" tünet jelent meg, különösen az ország középső területein, amelyet a levelek világos csíkos elszíneződése és a címer károsodása jellemezett.
- Hőmérsékleti maximumok növekedése: A magas hőmérsékleti értékek termelési kockázatot jelentenek, különösen hosszú száraz periódusokkal együtt. Az asszimiláció leállása mellett a sztómák is bezárulnak, ami tovább súlyosbítja a helyzetet. Például 2007-ben, Szolnok megyében és Pest megye délkeleti részén a növények szó szerint elégték a szárazságtól.
- Száraz hőségperiódusok hosszának növekedése: Hosszabb száraz időszakokban a növények fiziológiailag előregednek, csökken az asszimilációs képességük és a kompenzációs képességük is. Például 2007-ben sok termőterületen tapasztalhattunk csőhullást, amelyet az időszakos esők hiánya okozott.

Futó és Sárvári (2015) szerint Magyarországon a klímaváltozásnak 3 fő hatása tapasztalható:

- Felerősödnek a szélsőséges időjárási elemek hatásai. Ami azt jelenti, hogy igen rövid időn belül következhetnek be szélsőséges időjárási anomáliák.
- Az átmeneti évszakok (tavasz, ősz) hossza lerövidül. Gyakran előfordul, hogy a vetések kezdetét késleltető alacsony hőmérséklet és a légköri aszályal gyakran párosuló magas hőmérsékletek között csak napok, hetek telnek el.
- Az aszályos évjáratok aránya jelentősen növekszik. Az 1900-as években mért adatokhoz képest jelentősen nő a száraz évek aránya, miközben a csapadékos évek gyakorisága alig változik, az átlagos évjáratok csökkenésével jár a száraz évek arányának emelkedése.

Somfalvi-Tóth (2018) szerint a Magyarországon tapasztalható éghajlatváltozás hatása jelentős a kukoricatermesztésre. Az utolsó tavaszi fagyok hamarabb következnek be, ennek következtében a tenyészidőszak meghosszabbodik és a kukorica csírázásához, keléséhez szükséges hőmérséklet korábban megvalósul. Ugyanakkor az éghajlatváltozásnak egy másik káros hatása a nyári hőhullámok gyakoriságának, intenzitásának és hosszának növekedése. Kiemelten veszélyeztetett területek a Dél-Alföld és a Duna–Tisza köze, de az ország más területein is nő a hőségnapok száma az utóbbi évtizedekben. A 35 °C feletti hőmérséklet hőstresszt okoz a kukoricának, ami a fejlődés lassulásához vagy leállásához vezethet. Az őszi középhőmérséklet emelkedése azt is jelzi, hogy az első őszi fagyok kitolódnak.

A klímaváltozás kedvezőtlen velejárója, hogy megnövekedtek az időjárási szélsőségek. Amíg korábban 20-22 nap volt a csapadéktelen periódus, addig napjainkban ez eléri a 40-45 napot is. Miközben az évi középhőmérséklet az elmúlt 100 évben 1°C-kal nőtt, addig a nyári hónapokban ez a növekedés elérheti a 3-4°C -ot is. Ennek következtében nő az evaporáció az altalajvíz mélyebbre süllyed, amely csökkenti a talajéletet a mikroorganizmusok tevékenységét és csökkenhet a talajok termékenysége. Továbbá felszaporodhatnak a melegigényes kártevők (gyapottok bagolylepke, amerikai kukoricabogár), valamint a melegigényes kétszikű gyomok (Futó és Sárvári 2015).

Somfalvi-Tóth (2018) szerint a csapadékviszonyok változása térben és időben is változatosabb képet mutat. Az éghajlatváltozás hatására a ciklonpályák északabbra tolódnak, csökkentve ezzel az éves csapadékmennyiséget Magyarországon. Az éves csapadékcsökkenés és az emelkedő hőmérséklet következtében a talaj nedvességtartalma is csökken, ami további kihívásokat jelent a kukoricatermesztésben tavasztól őszig.

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

3.1. A kísérlet helyszínének bemutatása

A vizsgálat célja az volt, hogy a kukorica 3 eltérő vízádaggal (0% öntözés nélküli, 50% fél adagú öntözés, 100% teljes adagú öntözés) történő öntözésének milyen hatása van a szemtermés mennyiségére és a kukorica fejlődésére. A vizsgálat saját gazdaságban, üzemi körülmények között történt. A parcella mérete 16,5 ha. A terület Orosháza külterületén található, Orosházától északnyugatra kb. 7000 m-re, illetve Árpádhalom településtől keletre kb. 2000 m-re. A terület felszíne közel sík, a nyugati részén vannak mélyebben fekvő részek. Helyrajzi szám: 0497/7 – 0497/13.

A vizsgált mezőgazdasági tábla területi besorolás szerint a Nagyalföld nagytájba, a Körös-Maros köze középtájba és a Békési hát kistájba tartozik. A kistáj a középtáj 25 %-át foglalja magában, mely 83 és 105 méter közötti tengerszint feletti magasságú, enyhén nyugat-északnyugat felé lejtő, változatos folyóvízi és szélhordta üledékekkel fedett hordalékkúp-síkság. Átlagos relatív relief 2,5 m/km². Felszíni formái folyóvízi és eolikus folyamatokkal keletkeztek. A kistáj keletről nyugati irányba általában finomodó felszín közeli üledékeit vékony pleisztocén végi holocén kori infúziós lösz, illetve lösziszap borítja. A hordalékkúp kavicsos összletének vastagsága kelet-délkeleten 8-10 méter. Helyenként másodlagos, áthalmazott, szélhordta homok fedi a felszínt. A kistáj talajaira összességében a csernozjomok a jellemzők, illetve ezek egyes változatai, altípusai. Gyakoriak a mélyben sós, réti és a szolonyeces altípusok, a mélyebb fekvésű területeken nem ritkán megjelennek a réti csernozjomok és változataik. A talajok a mezőgazdasági termesztésben jól használhatók, tápanyag-gazdálkodásuk jó, a kistájban a területhasználatra a szántóföldi termesztés általánosan jellemző (Marosi és Somogyi, 2010).

3.2. Talajtulajdonságok

A kukorica tábla talajának leírása a 2023 évi öntözési talajvédelmi terv alapján készült. A talaj típusa szolonyeces réti csernozjom, alapképző kőzet: meszes löszös vályog. A talaj jellemzésének része a szelvényben feltárt talajrétegek leírása (3. táblázat), a talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálati eredményei (4. és 6. táblázat), a talaj kicserélhető bázisainak ismertetése (5. táblázat).

3. táblázat. A kukorica táblára jellemző talajszelvény leírása. Saját szerkesztés öntözési talajvédelmi terv (2023) alapján.

Szint	Mélység (cm)	Szín	Kötöttség	Karbonát	Szerkezet	Egyéb
A _{sz}	0-30	sötétbarna	vályog	++	gyengén morzsás	-
A ₂	30-60	sötétbarna	vályog	++	morzsás	-
A ₃	60-85	fakóbarna	lössös vályog	+++	gyengén morzsás	-
BC	85-135	világosbarna	lössös vályog	+++	-	mészkiválások
C	135-150	okkersárga	lössös vályog	+++	-	mészkiválások

A talaj kémhatása lúgos, az értékek a mélységgel növekszenek és elérik, illetve meghaladják az erősen lúgos 9-es értéket. A legmagasabb pH érték: 9,53. A talaj kötöttsége alapvetően vályog- löszös vályog. A teljes szelvény karbonátos, a felszínen kevesebb, az altalajban magasabb értékekkel. Kiugró mészkőpad, vagy az öntözést akadályozó réteg nem alakult ki a korábbi öntözések hatására. Egy réteg kivételével mérhető az összes oldott só mennyisége, azonban jelentős felhalmozódást nem mutat, de a mezőgazdasági termesztést nem gátolja. A talaj humusztartalma a talajtípusnak megfelelő, mély humuszos réteggel rendelkezik: 0-60 cm rétegben 2,5 m/m% feletti értékek jellemzőek. A nitrogén terhelés és ellátottság mérésére szolgáló ionok (nitrit, nitrát) a mélység növekedésével csökkennek. Korábbi nagymértékű nitrogén terhelésre és felhalmozódásra semmilyen jel nem mutat. Szódalúgosság egy réteg kivételével mindenhol kimutatható, de a mélyebb rétegekben sem éri el a 0,05%-ot.

A szelvényben a nátrium felhalmozódásra utaló nyomok a felszíni szintekben közepesen mutatkoztak. A kicserélhető kationok vizsgálata alátámasztja, hogy a talajban a domináns ion a kalcium (88-84%), alacsony a kálium aránya, míg a magnézium és nátrium értéke a felső szintekben közepesek. Enyhe magnézium szikésedésre utaló nyomok a harmadik rétegben mutatkoznak.

4. táblázat. A kukorica tábla talajának főbb kémiai tulajdonságai. Saját szerkesztés öntözési talajvédelmi terv (2023) alapján.

Mélység (cm)	pH (H ₂ O)	Arany-féle kötöttség (K _A)	Szénsavas mésztartalom (m/m%)	Fenolf.lúgosság (m/m%)	Összes sótartalom (m/m%)	Humusz	Nitrit, nitrát-N (mg/kg)
0-30	8,83	38	5,46	0,016	0,025	2,69	13,8
30-60	8,86	38	7,98	0,018	0,03	2,42	10,3
60-85	8,93	44	14,3	0,014	0,034	1,47	4,29
85-135	9,33	40	16,8	0,031	<0,02	1,02	3,25
135-150	9,53	40	17,2	0,033	0,085	1,04	4,17

5. táblázat. A kukorica tábla talajára jellemző kicserélhető kationok százalékos aránya és az S érték. Saját szerkesztés öntözési talajvédelmi terv (2023) alapján.

Mélység (cm)	Cas%	Mgs%	Ks%	Nas%	S érték
0-30	85,56	11,04	0,78	2,7	27
30-60	85,5	10,84	0,53	3,09	26,2
60-85	82,47	13,75	0,44	3,31	25,1

A területről 2022. augusztusában 0-30 cm-es talajrétegből vett talajminták vizsgálati eredményei a 6. táblázatban találhatók.

6. táblázat. A kukorica tábla felszíni talajrétegének (0-30 cm) aaptulajdonságai és tápanyagtartalma 2022. augusztusában (4 átlagminta).

Minta	pH- KCl	Vízben oldható összes só (m/m%)	Arany-féle kötöttségi szám	Szénsavas mész (m/m%)	Humusz tartalom (m/m%)	Foszfor pentoxid (mg/kg)	Kálium-oxid (mg/kg)	Nátrium (mg/kg)	Magnézium (mg/kg)	Mangán (0,05 mol/dm ³)	Réz(EDTA) (mg/kg)	Cink (EDTA) (mg/kg)	Nitrit-nitrát-nitrogén (KCl) (mg/kg)	Szulfát (mg/kg)
1	7,48	0,07	36	2,99	2,15	342	319	249	188	48,2	3,11	1,78	43,2	<5,0
2	7,50	0,05	35	2,91	2,29	373	456	279	132	55,2	2,05	2,17	39,5	<5,0
3	7,50	0,06	34	2,66	2,22	397	447	269	187	64,9	2,59	1,78	46,3	<5,0
4	7,46	0,06	34	2,49	2,11	359	383	274	161	55,1	3,16	1,42	48,4	<5,0
Átlag:	7,49	0,06	34,75	2,76	2,19	367,75	401,25	267,75	167,00	55,85	2,73	1,79	44,35	<5,0

3.3. Meteorológiai adatok

A Békési hát kistájra jellemző, hogy évente mintegy 2000 óra a napsütéses órák száma, ebből nyáron 810-820, télen 190-200 napsütéses óra valószínű. A középhőmérséklet sok évi átlaga: 10,5-10,6 °C, a tenyészidőszak átlaghőmérséklete 17,1-17,6 °C. A csapadék átlaga 550-600

mm. A vegetációs időszakban keleten 340-350 mm eső várható. Leggyakoribb szélirány az északi és a déli (Marosi és Somogyi, 2010).

A kistájleírásban található, 2010-ben a területre általánosan jellemző adatoktól a 2023-as vizsgált évben mért eredmények részben eltérnek. A 7. számú táblázat a HungaroMet Nonprofit Zrt. orosházi automata meteorológiai állomásának 2023. évben rögzített napi csapadék és napi átlaghőmérséklet adatait tartalmazza.

7. táblázat. 2023.év napi csapadék és napi átlaghőmérsékleti adatok

(Saját szerkesztés. *Forrás: HungaroMet*)

Napok	2023.év /Hónapok																							
	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.	
	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°
1	0	8.3	1.2	4	0	5.8	0	10.6	0	14.8	0	20.1	0.4	23.3	1.5	22.4	0	20.3	0	17.1	0	11.4	0.8	6.1
2	0	7.2	0	4.2	0	5.3	0.9	10.6	0	17.4	0	21.1	11.4	22	0	22.3	0	22.5	0	15.6	0	12.4	3	7.5
3	1.4	5.8	5.8	2.2	0	6	0	6.5	0.1	17.3	0	18	0	23.1	0	25.3	9.1	18.4	0	17.1	9.5	13.8	0	-0.3
4	0.3	6.5	1.5	2.7	0	4.8	2.6	2.2	0	15.2	0	18.7	1	23.2	3.8	26.8	0	19.1	0	18	0.3	9.9	0	-2.9
5	0	6.3	0	-1.9	0	3.5	0	3.9	0	16	3.4	20.4	0	24.7	9.8	25.1	0	20.6	0	15.2	7.5	11.6	0	0.3
6	0	7.3	0	-2.9	9.9	5.8	1.5	2	0.2	18.1	8.6	18.2	15.8	23	4.8	18.5	0	21.2	0	14.3	0	11.2	5.7	0.4
7	0	4.8	0	-3.3	0.5	6.2	0.8	3	0.4	17.7	0.6	19.2	0	22.1	1.5	17.7	0	21.2	0	15.6	8.9	12.4	1.1	0.8
8	0	4.8	0	-1.9	0.1	9.2	1.3	5.2	0	11.7	0.3	20.6	0	22	0	17.5	0	21.8	0	17.1	0	9.7	0	0.9
9	10.2	7.2	0	-3.6	0.8	11	0	7.5	0	12	0.9	19.2	0	23.6	0	19.5	0	22.4	0.1	11.5	0	6.4	0	-0.3
10	5.7	6.4	0	-3.3	7	10.1	0	7.9	0	14.1	0	19.8	0	25.8	0.1	20.4	0	22.6	0	14	2.8	7.8	1.8	1.2
11	0	6.3	0	-0.8	0	6.9	0	10.2	5.4	14.4	0	19.8	0	26.6	0	19.9	0	23.5	0	15.2	4.1	8.8	4.5	3.2
12	0	5.2	0	2.8	0	2.5	0	8.9	1.9	11.9	0	17.5	0.7	26.9	0	21	0	23.6	0	17.2	0	6.5	14	6.6
13	0.1	4.1	0	0.9	0	6.2	0.1	11	0	13	0	15.7	5.5	24.4	0	22.1	0	24	0	18.5	0.1	6.3	17.5	7.7
14	0.4	3.6	0	1.5	0	10.8	1.8	10.2	2.7	13.1	0	17.8	0	24.3	0	24.5	0	22.5	0	17.9	11.8	11.2	0	5.9
15	0.9	5.1	0	1.7	5.1	6	0	10	10.7	14.7	0	20.2	0	26	0.2	23.5	0	20	0.6	13.2	0	10.6	0	4.2
16	1.1	5.3	0	1.7	0	4.7	2.6	12.3	5.7	16.4	1.1	18.2	0	28.4	0	23.8	0	20.3	0	7.7	0.1	9.2	0	1.6
17	1.5	8.1	0.1	5.4	0	4	1.1	13.5	31.1	17	2.6	18.9	0	28.8	1.5	24.2	1.2	21.3	0	6.8	13.7	8	0	0.4
18	4.3	9.1	0	9.3	0	5.9	6.7	12.2	1.7	14.7	0	20.4	0	26.9	3.8	25.7	0.5	22.1	0.1	8.5	0.3	5.3	0	1.8
19	1.4	6.6	1.2	9.3	0	7.9	0	12.8	0	15.7	0	22.4	0	28.3	0	26.4	0	21.5	0.4	14.7	0.3	3.4	0	-0.5
20	11	1.9	0	5.8	0	11.8	0	12.6	0	19.4	0	24.1	0	25.9	0	28.2	0	20.3	0	21.9	0	7	0	-1.4
21	7.5	2.3	0	9.3	0	11.8	0	13	1	19.3	0	24.8	12.2	23.4	0	28.2	0	21.1	0.1	22.1	0.8	6.8	2.6	3.2
22	0.5	4.1	0	7.2	0	10.6	0	13.7	0	19.6	6.5	24	0.1	23.2	0	28.9	0	23.9	0	18.7	0	4.7	5.2	5.4
23	0	6.4	0.4	5.9	0	10.8	0.5	13.8	4.5	20.3	2	26.8	0	24.2	0	28.8	11.9	22.1	0	15.1	0	1.1	4.2	1.5
24	0	4.5	0.1	8.8	0	13.7	0.7	12.2	2.3	19.9	0	22.9	1.2	26.9	0	26.6	12.9	17	2.3	18.3	0.9	3	0.6	5.2
25	0.5	2.7	3.2	6.8	0.2	12	0.2	10.9	0	20	0	21.9	6.2	25	0	27.5	0	19.7	0.3	16.4	0	2.7	0	9
26	0	2	0.8	3.4	2.8	10.4	0	9.3	0	20.4	0	23	0	20.1	0	28.7	0	20.9	4.5	16.7	0	0	0	7.7
27	1.1	0.9	0	1.5	6.4	7.8	0	8.3	0	20	0.2	21.3	0	18.2	0	29.8	0	20	4.2	14.8	0.1	0.6	0	6.2
28	0	1.8	0	1.6	0	3.6	0.1	10.2	0	18.8	0	18.7	0	22.1	0	30.2	0	19.2	0	13.4	14.7	4.6	0	4.2
29	0	0.9	-	-	0	3	0	13.6	9.1	18.7	0	19.1	0	25.1	0.3	24	0	18.9	0	15	0	0.5	0	4.7
30	0	0.1	-	-	6	9	0	14.5	13.8	18.6	0	21.8	36.8	22.2	6	19.1	0	18.8	0	16.1	6.7	2.2	0	5.3
31	0	3.4	-	-	1.6	14	-	0	19.4	-	-	0	21.7	0	19.4	-	-	0.9	16.4	-	-	0	0	5.2

A 2023. évi összes csapadék mennyisége 557,6 mm, az átlaghőmérséklet 13,1°C volt. Az átlaghőmérséklet 2,5°C – kal nagyobb volt, mint a tájra jellemző érték, de az éves csapadékmennyiség a kistájra jellemző értékek szerint alakult. A vegetációs időszak (márciustól augusztus végéig) átlaghőmérséklet értéke 17,18 °C volt, ami a kistájra jellemző hőmérséklet intervallumba esik (17,1-17,6 °C). Ugyanebben az időszakban 2023-ban 302,7 mm csapadék hullott, ami elmarad a kistájban várt értékektől (340-350 mm). Csapadék adatok saját mérésből is származnak a vegetációs időszakból (III.-VIII.), összesen 267 mm a táblán

mért érték (8. táblázat), ami 35,7 mm-rel kevesebb, mint a kukorica táblától 10 km-re elhelyezkedő meteorológiai állomás vonatkozó adata. Összességében elmondható, hogy a 2023-as év szárazabb volt, mint a tájra 2010-ben leírt jellemző értékek.

A 2023. évi meteorológiai adatokat összevettem az előző évek értékeivel is, mivel az adott évi termés hozamot befolyásolja a megelőző év(ek) időjárása is, legfőképpen a csapadékmennyiség, ami a növények számára elérhető vízkészletet biztosítja. Megvizsgálva a 2021. és 2022. éveket kijelenthető, hogy rendkívül csapadékszegény évek voltak (rendre, 437,4 mm és 420,1 mm), amelyek hatása várhatóan jelentkezik a 2023. évi termés hozamokban is. A tárgyévet megelőző két év csapadékmennyisége (9. táblázat) (ha a kistájra jellemző átlagos évi csapadékmennyiséget 600 mm-nek tekintjük) 2021-ben 163 mm-rel, 2022-ben 180 mm-rel marad el a várt és jellemző éves csapadékmennyiségtől. A 2023. évi kukoricaállomány a megelőző két év csapadék hiánya miatt összesen, legalább 343 mm vízhiánnyal nézett szembe vetés idejére.

8. táblázat. Csapadék adatok a tenyészidőszakban (vetéstől a betakarításig) saját mérés alapján.

Napok	2023.év					
	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	5	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	3	0	0	0	0
5	0	0	0	12	3	12
6	10	1	0	0	3	0
7	0	1	0	7	0	5
8	0	2	0	0	0	0
9	1	0	0	4	0	0
10	7	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	8	0	0	0
13	0	0	0	0	5	0
14	0	2	2	0	0	0
15	5	0	11	0	0	0
16	0	3	2	5	0	0
17	0	1	18	0	0	4
18	0	7	6	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	4	0	0
21	0	0	0	0	32	0
22	0	0	0	0	5	0
23	0	0	3	4	0	0
24	0	2	9	0	0	0
25	0	0	0	0	7	0
26	3	0	0	0	3	0
27	6	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
29	0	0	14	0	0	0
30	6	0	0	0	11	0
31	2	-	0	-	0	0
Össz.:	40	23	73	36	74	21
	267 mm					

9. táblázat. Összesített éves csapadékmennyiség 2021, 2022 és 2023-as évekre a HungaroMet adatai alapján. (Saját szerkesztés. *Forrás: HungaroMet*)

Éves csapadék 2021.év		Éves csapadék 2022.év		Éves csapadék 2023.év	
Hónap	Mennyiség(mm)	Hónap	Mennyiség(mm)	Hónap	Mennyiség(mm)
I.	63.1	I.	10.2	I.	47.9
II.	32.6	II.	9	II.	14.3
III.	11.8	III.	6.3	III.	40.4
IV.	39.6	IV.	36.2	IV.	20.9
V.	71.2	V.	53.4	V.	90.6
VI.	6.5	VI.	7.2	VI.	26.2
VII.	37.7	VII.	28.6	VII.	91.3
VIII.	23.6	VIII.	68.2	VIII.	33.3
IX.	29.3	IX.	90.3	IX.	35.6
X.	17	X.	7.2	X.	13.5
XI.	48	XI.	41.2	XI.	82.6
XII.	57	XII.	62.3	XII.	61
összesen:	437.4	összesen:	420.1	összesen:	557.6

3.4. Termesztés során alkalmazott agrotechnika, kukorica hibrid

A kukorica előveteménye őszi búza volt, melynek termésátlaga: 7,1 t/ha volt 2022-ben. 2022 – ben a búzát kétszer öntöztem (2×30 mm). A 2023. évi kukorica talajelőkészítése az alábbi volt:

- őszi szántás
- tél végén lezárás simítóval
- vetés előtt magágy készítés kompaktortal

A kukorica vetés ideje 2023.04.23. volt, a tőszám 70 000 /ha. A vetett kukorica hibrid neve: DKC 4897. Államilag elismert kukoricafajta, ÁE időpontja 2020.03.12. A fajtabejelentést a Monsanto Technology Martibo Seed International Aps. cég tette. Magyarországon a BAYER Hungária Kft. a képviselője és fenntartója. A fajtára jellemző, hogy az aszály- és stressztűrésének köszönhetően kedvezőtlenebb évjáratokban is jól teljesít. Kiváló szár- és gyökérerősségének köszönhetően megkésett betakarítás esetén megdőlés nem jellemző. Kiváló termőhely- és évjárat-stabilitással rendelkezik, melyet magas terméspotenciállal, erős szárával és gyökérzetével tesz teljessé. A DKC4897 hibridre kiváló kezdeti fejlődés és kiemelkedően egészséges állomány jellemző. Kiváló az aszálytűrő képessége.

Tápanyag kijuttatás (2023.04.23.): vetéssel egy menetben sor mellé: N:15, P: 36, K:36 (kg/ha hatóanyag).

Gyomirtás (2024.05.15.): Cash 480 SL 0,5l/ha + Nicosh 4 EC 1,0 l/ha + Successor TX 1,5 l/ha.

Növényápolás (2024.06.15.): Sorközművelés + Műtrágya kijuttatás N:42 (kg/ha hatóanyag).

A kukorica betakarítása 2023. október 12-én történt.

3.5. Öntözés és a kísérlet kezelése

A területen egy 'Bauer 168 EL' körforgó öntözőberendezés (Center Pivot) üzemel, amely 7 tagból áll, szerkezeti hossza 385 méter, így a tábla kb. 75% képes beöntözi. A kijuttatható napi vízádag 6 mm. A vízforrás: 2 db 50 m talpmélységű kút, melyből egy 750 m³-es víztározón keresztül történik az öntözés.

10. táblázat. Az öntözéshez felhasznált vízforrások vízminősége. Saját szerkesztés öntözési talajvédelmi terv (2023) alapján.

Paraméterek		1. kút	2.kút
pH		7,82	7,87
Fajlagos elektromos vezetőképesség	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C)	1307	1242
Ammónium	mg/l	2,8	2,3
Nitrit	mg/l	<0,02	<0,02
Nitrát	mg/l	7,1	<1
Lúgosság	mmol/L	12,4	12,5
Karbonát	mg/L	<3	<3
Hidrogénkarbonát	mg/L	759	761
Klorid	mg/l	99	75
Szulfát	mg/L	<5	<5
Vas	$\mu\text{g}/\text{L}$	2344	1182
Mangán	$\mu\text{g}/\text{L}$	110	84,6
Nátrium	mg/L	304	304
Kálium	mg/L	1,22	1,08
Kalcium	mg/L	39,2	38,6
Magnézium	mg/L	20,9	14,3
Na eé%	%	87,6	89,3
SAR		13,8	15,0
Szódaegyenérték	mekv/L	10,6	10,9

Öntözővíz minősítése oldott sók fajtája szerint nátriumos kation szerinti víztípus és karbonát-hidrogén-karbonátos-kevert anion szerinti víztípus. Az anionok tekintetében nitrit, nitrát és szulfát tartalma mérés határ alatti, klorid tartalma magas. Az ammónium érték magas. Összességében elmondható, hogy a kutak vize kedvezőtlen tulajdonságokkal rendelkezik öntözés vonatkozásában. Sótartalma viszonylag magas, illetve a kationok között a magas nátrium mennyisége rendkívüli módon megemeli a SAR értéket is. A víz hidrogén-karbonát tartalma szintén magas, így a szódaegyenérték is meghaladja az öntözésre javasolt, elfogadható határértéket (<1,25).

2023-ban a kukorica öntözéseinek időpontjai, a kísérlet kezelései és a kezelésekhöz tartozó vízádagok a következőképpen alakultak:

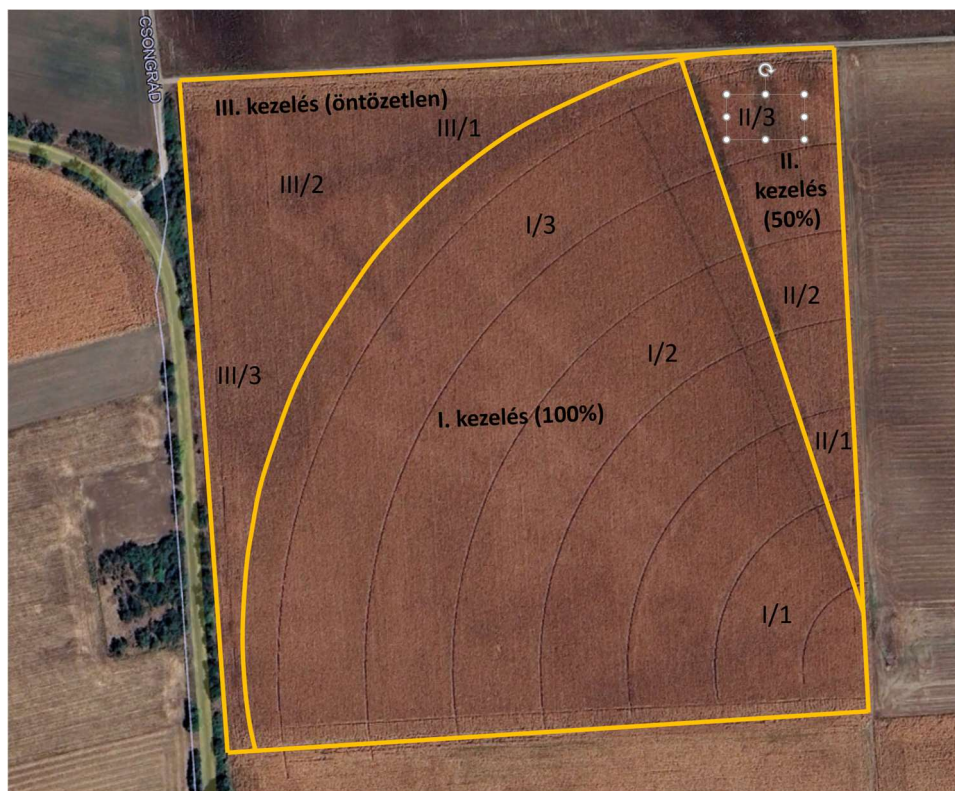
1. öntözés: 2024.07.10.:
 - I. kezelés: 100 %: 30 mm,
 - II. kezelés: 50 %: 15 mm,
 - III. kezelés: kontroll - öntöztelen 0 mm

2. öntözés: 2024.07.16.:

- I. kezelés: 100 %: 30 mm,
- II. kezelés: 50 %: 15 mm,
- III. kezelés: kontroll - öntözetlen 0 mm

A 6. ábrán látható a kukorica tábla műholdfelvétele és az eltérő vízadagokkal öntözött parcellák elhelyezkedése. Valamennyi vizsgált kezelésben 3 helyszínen zajlottak a mérések. A vegetációs időszak elején minden helyszínen 10-10 növény volt kijelölve. Valamennyi mérés a kijelölt növényeken történt, a vizsgálatok ismétléseinek száma ezért kezelésenként 30 (1 kezelés $\times$ 3 helyszín $\times$ 10 növény=30).

6. ábra. A kukorica tábla öntözési kezelései (I., II., III.) és a parcellákban kijelölt mérési helyszínek (1, 2, 3). Saját szerkesztés, Google műholdfelvételen (2023.09.)



3.6. A kukoricán elvégzett vizsgálatok

3.6.1. Növénymagasság mérés

A kísérletben növénymagasság mérés két alkalommal történt a vegetációs időszakban mérőszalag segítségével. Az első mérés címerhányást megelőzően kb. 2 héttel 2024.07.01 – én és virágzás idején 07.16 – án. A mérést kezelésenként 30 ismétlésben végeztem el.

7. ábra. A kukorica állomány képe az első növénymagasság mérés időpontjában, 2023.07.01-jén (bal) és a második mérés időpontjában 2023.07.16-án (jobb)



3.6.2. Relatív klorofill tartalom - SPAD mérés

A levelek klorofill koncentrációját 2023.07.16-án Konica-Minolta SPAD 502 hordozható mérőműszerrel mértem. A mérést kezelésenként 30 ismétlésben végeztem. Egy növényegyeden azonban két levelet vizsgáltam, egy zöld (stressz hatás alatt nem álló, egészséges) és egy barnuló (vízstresszel érintett) levelet.

3.6.3. Levélfelület mérés (LAI)

A levélfelület index (LAI) mérése SunScan Canopy Analysis System (SS1) hordozható levélfelület mérő műszer segítségével történt. A mérés időpontja: 2024.07.19. Kezelésenként 40 ismétlésben történt a mérés.

8. ábra. A levélfelület index mérése SunScan Canopy Analysis System (SS1) eszközzel.



3.6.4. Cső és szemtermés mérés

A kukorica termésén végzett mérések ősszel a betakarítást (2023.10.12.) követően néhány héttel 2023.11.11-én történtek. A betakarítás és a mérések között a kukoricacsövek száraz helyen, napfénytől védve volt tárolva, nedvességtartalom/szárazanyag mérés nem történt a kukorica szemekből. Betakarításkor a kukorica víztartalma 14% volt, ami a tárolás során vélhetőleg nem változott jelentősen, ugyanakkor a számításaim nedvességtartalom szerinti korrigálását adat hiányában nem végeztem el.

Az alábbi paramétereket mértem meg csővenként: cső hossza, sorok száma, egy sorban lévő szemek száma. Míg az előbbi paramétereket csővenként és minden növényegyedre vonatkozóan megmértem, a szemek és csutka tömegét a kezelésekben kijelölt mérési helyszíneken található 10-10 egyedre vonatkozóan mértem. Utóbbi paraméterek esetén a statisztikai vizsgálatokhoz kezelésenként 3-3 adat állt rendelkezésre.

3.7. Statisztikai elemzések

Az adatelemzéshez az IBM SPSS 22.0 szoftverét és a Microsoft Office Excel programját alkalmaztam. A kezelések közötti szignifikáns különbségek értékelését egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) segítségével végeztem el. Az egyes kezelések megkülönböztetéséhez (páronkénti összehasonlításhoz) ANOVA -t követően a Tukey-féle post hoc tesztet alkalmaztam.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Növénymagasság mérések eredményei

A különböző kezelésekben mért növénymagasság értékek között szignifikáns különbség csak az első mérési időpontban, 2023.07.01-jén van (ANOVA, $p=0,009$). A második mérési időpontban a mért magasságértékek között szignifikáns különbség nem igazolható (ANOVA, $p=0,198$). A kukorica növénymagasság mérése az öntözés megkezdése előtt történt, a növény fenológiai fázis szerint címerhányás időszakában volt. Az eredmények értékelése során a kezelések közötti különbségek vizsgálatát az indokolta, hogy a tábla öntözött és öntözetlen részeinek területi felosztása állandó sokévre visszamenőleg, ezért a talaj vízkészletében eltérés feltételezhető. Az előveteményben termesztett őszi búza kétszeri (30 mm vízádaggal) történő öntözése vélhetőleg hozzájárult ahhoz, hogy a kukorica nagyobb növénymagassággal rendelkezett az I. kezelésben 100%-kal öntözni tervezett táblarészen, mint a III. öntözetlen kontroll táblarészen. Ugyanakkor nem várt eredmény, hogy a második időpontban mért növénymagasság értékek ezt a különbséget már nem mutatják, annak ellenére, hogy a két mérés között elkezdődött a kukorica öntözése a kísérletben tervezett vízádagokkal. Az eltérő vízádaggal öntözött kukorica átlagos magasságértékei között nem igazolható szignifikáns különbség a második mérési időpontban (11. táblázat).

11. táblázat. A kukorica növénymagasság mérésének eredményei. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Növénymagasság (cm)					
	2023.07.01			2023.07.15		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	226±9 ^c	203	240	260±10 ^a	238	278
II. kezelés (50%)	221±10 ^{ab}	198	244	254±13 ^a	224	272
III. kezelés (0%)	218±10 ^a	195	233	259±13 ^a	230	284

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=30.

A jó aszálytűrő képességgel rendelkező, erős szárképzésre hajlamos Dekalb hibrid magasságnövekedésében vélhetőleg a vízhiánynak nem volt korlátozó szerepe. A 2023-as év tavaszi-nyári csapadéka elegendő volt a teljes növénymagasság egészséges kifejlődéséhez.

mind a korábban öntözött és öntöztelen területeken egyaránt. A teljes állomány jellemző növénymagasság értéke az összes mérés átlagában $257,6 \pm 12,3$ cm.

4.2. Relatív klorofill tartalom – SPAD mérés eredményei

A SPAD mérés az első öntözést követően történt, a második magasságméréssel egyidőben. Ekkor a kukorica már elérte a maximális növénymagasságát, címerhányás szakaszban volt a fenológiai fázisa szerint, ugyanakkor a későn megkezdett öntözés miatt a levelein már jól látszottak a szárazságstressz okozta elváltozások. A méréseket ezért az egészséges leveleken és a barnuló, zöld színüket elvesztett leveleken is elvégeztem (12. táblázat).

12. táblázat. A kukorica levelein mért SPAD értékek. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	SPAD					
	Zöld levél			Barna levél		
	Átlag $\pm$ Szórás	Minimum	Maximum	Átlag $\pm$ Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	43,3 $\pm$ 5,5 ^b	30,7	51,6	19,8 $\pm$ 9,1 ^a	10,1	36,5
II. kezelés (50%)	39,7 $\pm$ 4,2 ^{ab}	32,2	45,7	19,3 $\pm$ 11,9 ^a	5,5	38,2
III. kezelés (0%)	37,0 $\pm$ 7,5 ^a	22,5	47,8	22,8 $\pm$ 11,0 ^a	7,5	42,3

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=20.

A különböző kezelésekben mért SPAD értékek között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p=0,003$) a zöld levelek esetében, míg a barnuló levelek esetében a kezelések között nem mutatható ki szignifikáns különbség (ANOVA, $p=0,547$). Az eszköz által mért SPAD érték a relatív klorofilltartalommal áll szoros korrelációban, így a barna színbe átmenő levélzet alacsony értékei és a kezelések között nem igazolható különbség jól értelmezhető. A zöld levélzetben észlelt különbséget jobban megvizsgálva azt látjuk, hogy az 50% és 100%-os öntözéses kezelések között nem volt jelentős különbség a SPAD értékek között. Igazolható különbség csak a 100%-ban öntözött és az öntöztelen kezelésben volt számítható.

4.3. Levélfelület index (LAI) mérés eredményei

A kukorica levélfelület indexe (Leaf Area Index, LAI) egy mérőszám, amely a növények leveleinek összfelületét fejezi ki egy adott terület egységnyi részén. Általában a növények terepi eloszlásának vagy állapotának meghatározására használják, és fontos információt nyújthat a növényzet egészségéről, fejlődéséről és produktivításáról.

13. táblázat. A kukoricában mért levélfelület index mérések eredményei. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	LAI		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	2,9±0,6 ^c	1,6	4,2
II. kezelés (50%)	2,1±0,6 ^b	0,9	3,7
III. kezelés (0%)	1,4±0,1 ^a	1,2	1,8

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=120.

A különböző kezelésekben mért LAI értékek között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p < 0,0001$). Az eltérő vízádagoknak megfelelően a LAI értékek az öntöztelen kezelésben a legkisebbek és az 50% ill. 100 % kezelésekben növekszenek az értékek (13. táblázat). Az öntöztelen kezelésben mért értékek szűk minimum-maximum intervallumban voltak mérhetőek, ennek megfelelően a szórás is alacsonyabb volt az öntözött kezelésekhez képest. Az öntözött kezelésben a maximum LAI érték csupán 1,8 volt, míg az öntözöttekben, az I. és II. kezelésekben rendre, 4,2 és 3,7. Alacsony LAI értékek feltételezni engedik, hogy a kontroll kezelésben a növényzetnek kevés levele van vízhiány miatt, ekkor a fotoszintézis intenzitása kisebb. Az öntözött területeken mért magasabb levélfelület index azt jelzi, hogy a növényzet sűrű, jól fejlett, sok levelet hordoz és egészséges, tehát optimális körülmények között növekszik. A magas LAI értékekkel rendelkező kukoricaföldeken a fotoszintézis intenzitása általában magas.

4.4. Cső és szemtermés mérés eredményei

A kukoricatermésen csővenként mért paraméterek a cső hossza, sorok száma, egy sorban lévő szemek száma, a mérési adatok elemzését a 14-16. táblázatok foglalják össze, míg a mért és számított adatokat a 17. táblázat tartalmazza.

A különböző kezelésekben termett kukoricacsövek mért hosszértékei között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p < 0,0001$). Mindhárom eltérő vízádaggal öntözött termés hosszértékei jelentősen különböznek egymástól. A legkisebb átlagos kukoricacsőhosszal az öntözetlen kezelés termése jellemezhető. A vízádag növekedésével nőtt a kukorica csövek hossza (14. táblázat). Az állomány leghosszabb kukoricacsöve 16 cm volt, míg a legrövidebb 11 cm.

14. táblázat. A kukoricacsövek hosszmérésének eredményei. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Cső hossza (cm)		
	Átlag $\pm$ Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	14,5 $\pm$ 1,1 ^c	12	16
II. kezelés (50%)	13,7 $\pm$ 0,7 ^b	12,5	15,5
III. kezelés (0%)	12,6 $\pm$ 1,1 ^a	11	14

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=30.

A különböző kezelésekben termett kukoricacsövek csővenkénti sorok számainak értéke között nincs szignifikáns különbség (ANOVA, $p = 0,795$). Az eredmények (15. táblázat) alapján az öntözésnek nem volt hatása a kukoricacsöveken kialakult sorok számára. Feltételezhető, hogy a különböző kezelésekben mért egymáshoz közeli, gyakorlatilag azonos átlagos értékek, a minimális szórás értékek és a különböző kezelésekben jellemző majdnem egyező minimum-maximum értékintervallum miatt, hogy

- a sorok száma erős fajta tulajdonság, a nemesítés következménye és az egész állományra jellemző érték ill.
- a sorok számának kialakulását nem befolyásolja a vízhiány.

15. táblázat. A termés csövében található kukoricasorok száma. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Sorok száma/cső		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	18±2 ^a	15	22
II. kezelés (50%)	18±1 ^a	16	21
III. kezelés (0%)	18±2 ^a	15	20

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=30.

Az öntözés hatása a sorok számára nem, de a sorokban lévő kukoricaszemek számára igazolható hatással volt (16. táblázat). A különböző kezelésekben termelt kukoricacsövek soronkénti szemszám értékei között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p < 0,0001$). Az öntözött és az öntözetlen termés értékei különböznek egymástól, az eltérő vízádagok mellett mért értékek között azonban a különbség nem igazolható.

16. táblázat. A kukoricaszemek száma soronként. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Szemek száma/sor		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	28±3 ^b	22	32
II. kezelés (50%)	27±2 ^b	21	31
III. kezelés (0%)	25±3 ^a	17	30

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=30.

A sorok és a szemek számának soronként abban van jelentősége, hogy a szorzata megadja a szemek számát csövenként (17. táblázat), így meghatározza az elérhető termés nagyságát. Az ANOVA eredményeképpen elmondható, hogy csövenkénti szemszám különbözik az eltérő vízádaggal öntözött kezelésekben ($p < 0,0001$). Az öntözetlen kezelésben számított átlagérték (438 ± 60) szignifikánsan különbözik a két öntözött kezelésben mért átlagértéktől (I. kezelés: 514 ± 58 , II. kezelés: 479 ± 47).

17. táblázat. A kukoricatermésen mért és számított paraméterek értékeinek összefoglaló táblázata. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

Öntözés	I/1.				I/2.				I/3.			
100%	Cső hossz	sorok száma	1 sorban lévő szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám
1	16	18	29	522	12	18	26	468	13,5	16	30	480
2	16	18	31	558	14,5	20	27	540	14	16	28	448
3	16	16	32	512	14,5	20	27	540	14	18	27	486
4	16	20	31	620	14,5	19	22	418	14	18	28	504
5	16	20	31	620	14	16	28	448	15	18	30	540
6	17	18	32	576	14,5	18	27	486	15	15	28	420
7	15,5	18	33	594	14	22	28	616	14	20	23	460
8	14,5	18	32	576	12	18	33	594	15	18	28	504
9	18	20	27	540	13,5	18	25	450	15	18	29	522
10	16	16	35	560	13,5	18	30	540	14,5	16	30	480
Átlag	16,1	18,2	31,3	568	13,7	18,7	27,3	510	14,4	17,3	28,1	484

Öntözés	II/1.				II/2.				II/3.			
50%	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám
1	13,5	18	31	558	12,5	16	26	416	13	16	24	384
2	15,5	16	28	448	15	20	27	540	13,5	21	25	525
3	14,5	18	29	522	14	16	27	432	13	18	24	432
4	14	18	26	468	14	18	28	504	13,5	18	26	468
5	14	16	28	448	13	19	25	475	15	16	31	496
6	13,5	18	27	486	13	20	25	500	13	18	26	468
7	13	18	26	468	14,5	18	27	486	13	19	21	399
8	14	16	27	432	13	18	27	486	14	16	26	416
9	12,5	18	25	450	13	18	28	504	14	18	31	558
10	13,5	18	28	504	14	18	29	522	14	20	28	560
Átlag	13,8	17,4	27,5	478	13,6	18,1	26,9	487	13,6	18	26,2	471

	III/1.				III/2.				III/3.			
Kontroll	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám	Cső hossz	sorok száma	1 sorban szem	csövön lévő szemszám
1	13	16	26	416	14	16	28	448	14	18	27	486
2	13	16	23	368	14	16	28	448	10	18	20	360
3	11	20	21	420	14	19	24	456	10	17	22	374
4	11	18	17	306	9	20	17	340	14	20	25	500
5	13	19	30	570	13	16	24	384	11	18	26	468
6	11	20	20	400	12	18	28	504	13	17	27	459
7	12	16	22	352	13	18	25	450	12,5	20	23	460
8	12	16	27	432	11	16	25	400	10	17	19	323
9	13	17	22	374	10	15	20	300	13	18	27	486
10	13	20	26	520	11	20	22	440	10	20	18	360
Átlag	12,2	17,8	23,4	416	12,1	17,4	24,1	417	11,75	18,3	23,4	428

18. táblázat. A kukorica szemek tömege/10 növény. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Szem tömeg (g)/10 növény		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	1352±140 ^b	1246	1510
II. kezelés (50%)	1135±62 ^b	1095	1207
III. kezelés (0%)	782±77 ^a	714	866

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=3.

A különböző kezelésekben termett kukorica szemtermés tömeg (szemtömeg /10 növény egyed) értékei között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p=0,001$). Az öntözött és öntöztelen kezelések átlagértékei eltérnek egymástól, közel kétszeres a különbség. Ugyanakkor az eltérő vízádaggal történő öntözés hatása nem igazolható a szemtermésre. A 19. táblázatból kiderül, hogy a teljes, 100%-os vízádaggal öntözött terület szemtermése 9,46 t/ha, az 50%-os öntözéssel kezelt terület szemtermése 7,94 t/ha, míg az öntöztelen terület szemtermése 5,47 t/ha. Az öntözések eredményeképpen a teljes (100%) vízádaggal öntözött terület termésmennyisége 73%-kal, az 50% - os vízádaggal öntözött terület termésmennyisége 45%-kal nagyobb volt az öntöztelenhez képest.

19. táblázat. A kukorica termésmérési eredményei. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

Öntözés:	100%		50%		0%	
Minta	szemsúly/ 10cső	csutkasúly/ 10 cső	szemsúly/ 10 cső	csutkasúly/ 10 cső	szemsúly/ 10 cső	csutkasúly/ 10 cső
1	1510	212	1207	157	866	96
2	1246	140	1095	118	714	77
3	1299	167	1103	138	765	85
Átlag:	1352	173	1135	138	782	86
Tonna/ha:	9,464		7,945		5,474	

Lemérésre kerültek a mintaterületek kukoricacsöveinek csutkái is, amelyek a szemterméshez hasonlóképpen tükrözik az öntözések közötti különbségeket, az adatokat a 20. táblázat tartalmazza. A különböző kezelésekben termett kukoricacsutkák tömege (csutkatömeg /10 növény egyed) között szignifikáns különbség van (ANOVA, $p=0,013$), igazolható az öntözés hatása.

20. táblázat. A kukoricacsutkák átlagos tömege kezelésenként. Forrás: mért adatok, saját szerkesztés.

	Csutka tömeg (g) /10 növény		
	Átlag±Szórás	Minimum	Maximum
I. kezelés (100%)	173±36 ^b	140	212
II. kezelés (50%)	138±20 ^{ab}	118	157
III. kezelés (0%)	85±10 ^a	77	96

Megjegyzés: Az ^a, ^b, ^c indexek a Tukey-féle post hoc teszt homogén részhalmazait jelölik. N=3.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett kísérletek mérési eredményei alapján megállapítható, hogy a kukorica vetését megelőzően, majd azt követően a virágzás kezdetéig terjedő időszakban lehullott csapadék mennyisége a növény vegetatív fejlődéséhez megfelelő volt. Ennek köszönhetően a növénymagasság értékek is hasonlóak voltak mindhárom kísérleti részen, mindkét mérési időpontban.

A kukorica számára egyik legkritikusabb időszakban, a virágzása előtt és alatt nem volt jelentős csapadék és a napi maximum hőmérsékletek meghaladták a 30 °C – ot. Ekkor a növény napi 4-5 mm vizet vesz fel a talajból. Az öntözés megkezdésekor már nem állt rendelkezésre kellő mennyiségű felvehető víz a növény számára a talajban és rövid időn belül mutatkoztak a hőstressz és a vízhiány jelei. Tehát kijelenthető, hogy késve lett megkezdve az öntözés. Ezt alátámasztják az egy csövön található szemszámok is, melyek a teljes (100%) – os vízádaggal öntözött terület vizsgált mintái esetében sem érték el átlagosan a 600 szem/cső értéket. Smith et al. (2004), Westgate és Boyer (1986) szerint a virágzás idején, illetve az azt megelőző időszakban jelentkező vízhiány a szemszám csökkenésében nyilvánul meg, a megtermékenyítés után bekövetkező szárazság következtében kisebb lesz a szemtömeg, szignifikáns termés csökkenést okozva.

Ennek ellenére mérhető hatása volt az öntözéseknek, melyet az elvégzett vizsgálatok, a klorofill és levélfelület index mérési eredmények és a termés mérések is igazoltak. A tenyészidőszakban hullott nagyjából 300 mm csapadék kiegészítve a teljes vízádagú (2 x 30 mm) öntözővízzel megöntözött területen is a alatta marad a kukorica teljes vízigényének, mégis elfogadható termésmennyiséget mértünk (9,54 t/ha) ezen a vizsgálati területen, mivel valamennyi vizet a talaj mélyebb rétegeiből is képes volt felvenni a kukorica. Ehhez azonban elengedhetetlen a megfelelő agrotechnika alkalmazása a tömörödéstől és zárórétegektől mentes, mélyen művelt, a gyökerek által könnyen átjárható, jó kapilláris emelési képességű talajszerkezet. Hasonlóan nagy jelentősége van a terület gyommentességének is, mivel a kukorica fejlődésének kezdeti szakaszában nem tud versenyezni a gyomokkal. Széll és Hartmann (1998) szerint a napfényért, vízért és tápanyagért folytatott küzdelemben – mindaddig, amíg a kukorica állománya teljesen be nem takarja a talajt – egyes gyomok nagyobb egyedszámuk, agresszívabb fejlődési erélyük miatt előnyben vannak.

A kísérletek méréseredményei jól mutatták a különböző vízádagok hatását a terméseredményekre. Bár a terület öntözőgép által lefedett részén az elővetemény őszi búza is öntözve volt 2 alkalommal 30-30 mm vízádaggal, azt az aszályos 2022 – es évben vélhetően a búza fel is használta a 7,1 t/ha terméshez. A HungaroMet adatai alapján a korábbi 2 év csapadék csapadékmennyiségei jelentősen a sokéves átlag alatt maradtak. Aszályos volt a 2021.év is, ekkor 437mm csapadék hullott, de különösen nagy vízhiány alakult ki a 2022. évben, amikor összesen 420mm volt az éves csapadék mennyiség. A sokéves átlaghoz képest a 2 év csapadék hiánya elérte a 300mm – t, amelyet a 2022/2023 őszi- téli periódus csapadéka csak részben tudott visszapótolni a talajba.

A teljes vízádaggal öntözött terület 9,46 t/ha – os termésátlaga közel 4 tonnával magasabb volt az öntöztelen terület 5,47 t/ ha terméséhez képest hektáronként. Az öntözés termésnövelő hatása mellett ennek okai lehetnek:

- az öntöztelen területrész talajban raktározott vízkészletének alacsonyabb szintje
- a sorközműveléskor kiadott 42kg nitrogén hatóanyag, amelyet a kezdeti fejlődés időszakában elégséges természetes csapadék hasznosításával a növény a vegetatív fejlődésére felhasznált (ennek eredményeképp nem volt jelentős eltérés az egyes kísérleti területeken lévő növények magasságában). A nagy vegetatív tömeg miatt a növény több vizet használt, ennek következtében kisebb termést tudott produkálni, miután előállt a vízhiány és a hőstressz. Tehát az öntöztelen állomány tekintetében inkább termésesökkenést okozott a fejtrágyázás.
- Hasonló következtetés vonható le a tőszám tekintetében is. A teljes terület azonos 70.e db /ha – os tőszámmal lett vetve, ami vízhiányos körülmények között magas.

A vegetáció kezdeti időszakában, vetéstől a címerhányásig a kukorica fejlődéséhez kiegyenlített és elegendő mennyiségű volt a csapadék, valamint a sokéves átlagnak megfelelő hőmérsékleti értékek voltak, rendelkezésre állt a növények számára a szükséges vízmennyiség a felső talajrétegben. Amikor megszűnt a vízutánpótlás, ami mellé magas napi hőmérsékletek párosultak a talaj felső rétegéből gyorsan elfogyott a víz. A késve megkezdett öntözés miatt a kukoricán a vízhiány és hőstressz visszafordíthatatlan levélszáradást okozott mindhárom vizsgált területrészen már a virágzáskor.

Ezeket az eredményeket és tapasztalatokat figyelembe véve a terméseredmények valószínűleg növelhetőek lennének hasonló körülmények között az alábbi változtatásokkal:

- ha a technikai feltétele biztosított, precíziós vetőgép használatával differenciált tőszámú vetést kell alkalmazni, az öntözetlen területrészen 60-62 e. db/ha, az öntözött területen 70-75e. db/ha tőszámmal.
- A termesztési évet megelőző őszi- téli időszak csapadékmennyisége/deficit-e alapján, amennyiben indokolt a talaj vízkészletét idényen kívüli feltöltő öntözéssel pótoljuk.
- A maximálisan elérhető termés realizálásához a tenyészidőszakban a talaj nedvességtartalmának folyamatos mérése alapján, ha szükséges az öntözést késlekedés nélkül megkezdeni és azt a kukorica öntözési rendjének precíz betartásával végezni.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai szántóföldi növénytermesztés egyik legfontosabb és meghatározó jelentőségű növénye a kukorica. Az utóbbi években jelentős változások voltak a kukorica termesztéstechnológiájában. Korszerű, nagy termőképességű hibridek jelentek meg és egyre szélesebb körben elterjedtek a precíziós technológiák a termesztés során. Ugyanakkor a kedvezőtlen környezeti hatások, elsősorban a klímaváltozás negatív hatásai miatt a kukorica termésbiztonsága és termésátlaga szélsőségesen változik, a termésingadozás jelentősen megnőtt. Ennek következtében a kukorica a korábbi évtizedek 1 - 1,2 millió hektáros vetésterülete 2023 - ban már a 800 ezer hektárt sem érte el. Jelentős probléma, hogy az utóbbi években éppen a kukorica számára kritikus és a termés mennyiségét meghatározó – virágzástól a szemetelődésig tartó – időszakban bizonytalan a szükséges mennyiségű csapadék. Vizsgálatom célja az volt, hogy megvizsgáljam az öntözés termésmennyiségre gyakorolt hatását. A kísérletemet a Békési hát kistájon, Orosháza külterületén csernozjom talajon végeztem saját gazdaságban üzemi körülmények között. A termesztett kukorica hibridet eltérő vízádaggal (100%, 50%, 0%) öntöztem (Center Pivot, felszín alatti vízforrás). Vizsgáltam az öntözés hatását a kukorica élettani és termés eredménye tekintetében. A kukorica levélfelület index értékei, a SPAD értékei, és a termésjellemzők esetében igazolható volt az eltérő vízádagokkal történő öntözés hatása. Két paraméter, a növénymagasság és a csövenkénti sorok száma nem függött a növény számára elérhető vízkészlettől. Az öntözetlen állomány 5,47 t/ha termésmennyiségéhez képest az 50%-os öntözés 7,94 t/ha termése +45% - os terméstöbbletet, a teljes 100% - os vízádaggal történt öntözés 9,46 t/ha termése +73% - kal nagyobb termést eredményezett. A dolgozatban bemutatott kísérlet alapján elmondható, hogy öntözéssel jelentős termésnövekedést lehet elérni, az öntözetlen körülményekhez képest. Szükséges megjegyezni, hogy a vizsgálat során a kukorica vízigénye nem lett maximálisan kielégítve és az első öntözés később történt meg, mint ahogyan azt a növény igényelte volna. Az öntözés megfelelő időzítésével a kísérletben alkalmazott vízádagok mellett is nagyobb terméseket lehetett volna valószínűleg elérni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek Dr. Futó Zoltán egyetemi docensnek dolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségét.

IRODALOMJEGYZÉK

Baskin, C.C. (2022) 'Effects of climate change on annual crops: the case of maize production in Africa', in *Plant Regeneration from Seeds*. Elsevier, pp. 213–228. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823731-1.00020-2>.

Futó Z. & Sárvári M. (2015): A kukoricatermesztés technológiájának fejlesztési lehetőségei. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 108p., 4-70p.

Györffy B. & I'so I. & Bölöni I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 411p., 62 p.

Hussain, S. *et al.* (2019) 'Advanced Production Technologies of Maize', in M. Hasanuzzaman (ed.) *Agronomic Crops*. Singapore: Springer Singapore, pp. 237–260. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-32-9151-5_13.

Jolánkai M. (2005) Gabonafélék. In Antal J.(szerk.) Növénytermesztéstan 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 391p., 313-324p.

Marosi S. Somogyi S. (szerk.) 2010. Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest.

Menyhért Z. (1985): A kukorica termőhelyigénye. In: Menyhért Z. (szerk.): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 559p., 240-262 p.

Menyhért Z. (1979): Az eredményes kukoricatermesztés feltételei. In: Menyhért Z. (szerk.): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 271p., 72-82 p.

Nafziger, E.D. (2016) 'Maize: Agronomy', in *Encyclopedia of Food Grains*. Elsevier, pp. 194–200. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00241-2>.

Nagy J. (2022): A kukorica vízigénye, vízforgalma és öntözése. Szaktudás Kiadó, Budapest, 95p., 5-44 p.

Pepó P. & Sárvári M.: Gabonanövények termesztése. https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8751/0010_1A_Book_09_Gabonanovenyek_termesztese.pdf?sequence=2&isAllowed=y (2024.március)

Smith, W. C., Betran, J., Runge, E. C. A. (eds.) (2004): Corn. Origin, History, Technology, and Production. Hoboken, N.J.: John Wiley, 949

Széll E. – Hartmann F. (1998): Gyomok – gyomirtás. In Szieberth D. – Széll E (szerk.): Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell. Agroinform Kiadó, Budapest, 110- 126

Ulfat, A. *et al.* (2022) 'How to deal with climate change in maize production', in *Sustainable Crop Productivity and Quality Under Climate Change*. Elsevier, pp. 157–169. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85449-8.00006-3>.

Westgate, M. E., Boyer, J. S. (1986): Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*. 26:951-956

Wusirika, R. *et al.* (eds) (2014) *Genetics, Genomics and Breeding of Maize*. 0 edn. CRC Press. Available at: <https://doi.org/10.1201/b17274>.

Yu, J. *et al.* (2022) 'Climate change will increase aflatoxin presence in US Corn', *Environmental Research Letters*, 17(5), p. 054017. Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6435>.

Zhang, L. *et al.* (2018) 'Exposure, vulnerability, and adaptation of major maize-growing areas to extreme temperature', *Natural Hazards*, 91(3), pp. 1257–1272. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3181-7>.

Internetes hivatkozások:

Somfalvi - Tóth Katalin (2024): Agrofórum online A kukorica az éghajlatváltozás tükrében [https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-kukorica-az-eghajlatvaltozas-tukreben/\(letoltés](https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-kukorica-az-eghajlatvaltozas-tukreben/(letoltés) dátuma: 2024.04.25.)

Szieberth D. (2018): Az éghajlat változásainak hatása a kukoricatermesztésre – alkalmazkodási stratégiák. [https://www.magyarkukoricaklub.hu/data/file/2018/06/13/az-eghajlat-valtozasainak-hatasa-a-kukoricatermesztesre.pdf?show=\(letöltés](https://www.magyarkukoricaklub.hu/data/file/2018/06/13/az-eghajlat-valtozasainak-hatasa-a-kukoricatermesztesre.pdf?show=(letöltés) dátuma: 2024.03.12.)

https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/csapadekosszegek/

HungaroMet:

https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/kozephomerseklet/

Pepó P.: A kukorica öntözéses termesztése. <https://agrarium7.hu/cikkek/14-a-kukorica-ontozeses-termesztese> (letöltés dátuma: 2024.április 22.)

TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A kukorica vetésterülete Magyarországon 1990 és 2023 között.....	5
2. ábra. Szárazságstressz okozta termés kiesés a kukorica különböző fejlettségi szakaszaiban.	11
3. ábra. Lineár öntözőberendezés. 4. ábra. Csévélődobos öntözőberendezés.	13
5. ábra. Az éves középhőmérsékletek változásának térbeli eloszlása az 1901–2020 és 1981–2020 időszakokban.....	15
6. ábra. A kukorica tábla öntözési kezelései (I., II., III.) és a parcellákban kijelölt mérési helyszínek (1, 2, 3). Saját szerkesztés, Google műholdfelvételen (2023.09.)	27
7. ábra. A kukorica állomány képe az első növénymagasság mérés időpontjában, 2023.07.01-jén (bal) és a második mérés időpontjában 2023.07.16-án (jobb)	28
8. ábra. A levélfelület index mérése SunScan Canopy Analis System (SS1) eszközzel.	29

1. táblázat. Az éves és évszakos középhőmérsékletek átlaga, valamint a változás becslése az 1901–2020 és az 1981–2020 időszakokra.....	15
2. táblázat. Az éves és évszakos országos csapadékösszeg átlaga, valamint változása az 1901–2020, és az 1981–2020 időszakban	16
3. táblázat. A kukorica táblára jellemző talajszelvény leírása.....	20
4. táblázat. A kukorica tábla talajának főbb kémiai tulajdonságai.	21
5. táblázat. A kukorica tábla talajára jellemző kicserélhető kationok százalékos aránya és az S érték..	21
6. táblázat. A kukorica tábla felszíni talajrétegének (0-30 cm) alaptulajdonságai és tápanyagtartalma 2022. augusztusában (4 átlagminta).	21
7. táblázat. 2023.év napi csapadék és napi átlaghőmérsékleti adatok	22
8. táblázat. Csapadék adatok a tenyészidőszakban (vetéstől a betakarításig).....	24
9. táblázat. Összesített éves csapadékmennyiség 2021, 2022 és 2023-as évekre a HungaroMet adatai alapján.	24
10. táblázat. Az öntözéshez felhasznált vízforrások vízminősége.....	26
11. táblázat. A kukorica növénymagasság mérésének eredményei.....	31
12. táblázat. A kukorica levelein mért SPAD értékek	32
13. táblázat. A kukoricában mért levélfelület index mérések eredményei.	33
14. táblázat. A kukoricacsövek hossz mérésének eredményei.	34
15. táblázat. A termés csövén található kukoricasorok száma.....	35
16. táblázat. A kukoricaszemek száma soronként.	35
17. táblázat. A kukoricatermésen mért és számított paraméterek értékeinek összefoglaló táblázata....	36
18. táblázat. A kukorica szemek tömege/10 növény.	37
19. táblázat. A kukorica termésmérési eredményei.....	37
20. táblázat. A kukoricacsutkák átlagos tömege kezelésenként.	38

HALLGATÓI NYILATKOZAT

KONZULENSI NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vági Zsolt
A Hallgató Neptun kódja: DTSWS7
A dolgozat címe: Eltérő vízádagú öntözések hatása a kukorica terméseredményére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Szent István Campus Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítást tettem, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Orosháza, 2024.04.22

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Vági Zsolt (név) (hallgató Neptun azonosítója: DTSWS7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Szarvas 2024 év április hó 22. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.